

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Commissioner  
US Department of Commerce  
United States Patent and Trademark  
Office, PCT  
2011 South Clark Place Room  
CP2/5C24  
Arlington, VA 22202  
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 14 March 2001 (14.03.01)	
International application No. PCT/JP00/04715	Applicant's or agent's file reference 99-00251WO1
International filing date (day/month/year) 13 July 2000 (13.07.00)	Priority date (day/month/year) 15 July 1999 (15.07.99)
Applicant SAKAMOTO, Kazuhisa	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:  
22 January 2001 (22.01.01)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was  
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer Henrik Nyberg Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

## 国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)  
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 99-00251W01	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/04715	国際出願日 (日.月.年) 13.07.00	優先日 (日.月.年) 15.07.99
出願人(氏名又は名称) ローム株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。  
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

## 1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。  
☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H01L29/78, H01L21/336

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H01L29/78, H01L21/336

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922年-1996年
日本国公開実用新案公報	1971年-2000年
日本国登録実用新案登録公報	1994年-2000年
日本国実用新案登録公報	1996年-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US, 4819044, A (Nissan Motor Co., Ltd.) 4. 4 月. 1989 (04. 04. 89) 第1欄12-31行、図1, 2, 4 & JP, 61-182264, A	1-6
A	EP, 416805, A2 (SILICONIX, INC.) 29. 8月. 1 990 (29. 08. 90) 第7欄第38-46行、図4 & JP, 3-142972, A & DE, 69029180, C	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列举されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 10. 00

国際調査報告の発送日

24.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

恩田 春香

4M

8934

電話番号 03-3581-1101 内線 3462

REC'D 26 OCT 2001

WIPO

PCT

PCT

## 国際予備審査報告

(法第12条、法施行規則第56条)  
[PCT36条及びPCT規則70]

出願人又は代理人 の書類記号 99-00251W01	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知(様式PCT/ IPEA/416)を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO0/04715	国際出願日 (日.月.年) 13.07.00	優先日 (日.月.年) 15.07.99
国際特許分類(IPC) Int.Cl. <sup>7</sup> H01L29/78		
出願人(氏名又は名称) ローム株式会社		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条(PCT36条)の規定に従い送付する。

2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 3 ページからなる。

☐ この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び/又はこの国際予備審査機関に対してした訂正を含む明細書、請求の範囲及び/又は図面も添付されている。  
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)  
この附属書類は、全部で                      ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

- I ☒ 国際予備審査報告の基礎
- II ☐ 優先権
- III ☐ 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV ☐ 発明の単一性の欠如
- V ☒ PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI ☐ ある種の引用文献
- VII ☐ 国際出願の不備
- VIII ☐ 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 22.01.01	国際予備審査報告を作成した日 11.10.01	
名称及びあて先 日本国特許庁(IPEA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員)  恩田 春香  電話番号 03-3581-1101 内線 3462	4M 8934

## I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に  
 応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告書には添付しない。  
 PCT規則70.16, 70.17)

☒ 出願時の国際出願書類

- ☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 出願時に提出されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 PCT19条の規定に基づき補正されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 出願時に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 図面 第 \_\_\_\_\_ ページ/図、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの
- ☐ 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 出願時に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 国際予備審査の請求書と共に提出されたもの  
 明細書の配列表の部分 第 \_\_\_\_\_ ページ、 \_\_\_\_\_ 付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である \_\_\_\_\_ 語である。

- ☐ 国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語  
☐ PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語  
☐ 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

- ☐ この国際出願に含まれる書面による配列表  
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出された書面による配列表  
☐ 出願後に、この国際予備審査(または調査)機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表  
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった  
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

- ☐ 明細書 第 \_\_\_\_\_ ページ  
☐ 請求の範囲 第 \_\_\_\_\_ 項  
☐ 図面 図面の第 \_\_\_\_\_ ページ/図

5. ☐ この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかったものとして作成した。(PCT規則70.2(c) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならない、本報告に添付する。)

## V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条(PCT35条(2))に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

## 1. 見解

新規性(N)	請求の範囲	1-6	有
	請求の範囲		無
進歩性(IS)	請求の範囲	1-6	有
	請求の範囲		無
産業上の利用可能性(IA)	請求の範囲	1-6	有
	請求の範囲		無

## 2. 文献及び説明(PCT規則70.7)

文献1: US 4819044 A (Nissan Motor Co., Ltd.) 4. 4月. 1989  
(04. 04. 89) 第1欄12-31行、図1, 2, 4 & JP 61-182  
264 A

文献2: EP 416805 A2 (SILICONIX, INC.) 29. 8月. 1990 (2  
9. 08. 90) 第7欄第38-46行、図4 & JP, 3-142972, A  
& DE, 69029180, C

## 請求の範囲1-6

請求の範囲1-6に記載された発明は、国際調査報告で引用された文献1, 2に対して進歩性を有する。

文献1, 2には、MOS型電界効果トランジスタを有する半導体装置で、MOS型電界効果トランジスタと、該トランジスタに内蔵して該トランジスタのソース電極およびドレイン電極に接続され、該ソース電極およびドレイン電極間に動作時と逆方向の電圧が印加された場合に該ソース電極およびドレイン電極間に電流路を形成するダイオードとを有するものが記載されているが、文献1, 2には、前記ダイオードの前記ソース電極側半導体層の導電型である第2導電型高不純物濃度領域と、該導電型と逆の第1導電型領域、または前記第2導電型の低不純物濃度領域とが、平面構造で交互に形成される構造であるものが記載されておらず、しかもその点は、前記文献1, 2の記載から当業者といえども容易に想到し得ないものである。

37

10/030089

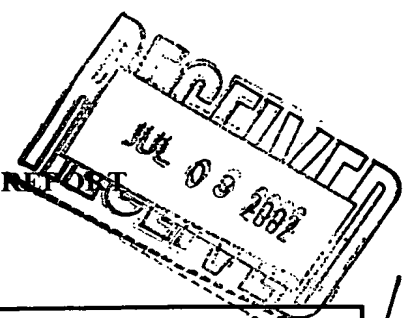
Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)



Applicant's or agent's file reference 99-00251WO1	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/JP00/04715	International filing date (day/month/year) 13 July 2000 (13.07.00)	Priority date (day/month/year) 15 July 1999 (15.07.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H01L 29/78		
Applicant ROHM CO., LTD.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 3 sheets, including this cover sheet.

☐ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of \_\_\_\_\_ sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 22 January 2001 (22.01.01)	Date of completion of this report 11 October 2001 (11.10.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/04715

## I. Basis of the report

### 1. With regard to the **elements** of the international application:\*

- ☒ the international application as originally filed
- ☐ the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the claims:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, as amended (together with any statement under Article 19  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_
- ☐ the sequence listing part of the description:  
 pages \_\_\_\_\_, as originally filed  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the demand  
 pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_

### 2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language \_\_\_\_\_ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

### 3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

### 4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

### 5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).\*\*

\* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

\*\* Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP00/04715

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-6	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-6	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-6	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

Document 1: US, 4819044, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 4 April, 1989 (04.04.89), column 1, lines 12-31, Figs. 1, 2 and 4, & JP, 61-182264, A

Document 2: EP, 416805, A2 (Siliconix, Inc.), 29 August, 1990 (29.08.90), column 7, lines 38-46, Fig. 4, & JP, 3-142972, A, & DE, 69049180, C

#### Claims 1-6

The subject matters of claims 1-6 appear to involve an inventive step in view of documents 1 and 2 cited in the ISR.

Documents 1 and 2 respectively describe a semiconductor device having a MOS field effect transistor, which has (1) the MOS field effect transistor and (2) a diode (a) contained in said transistor, (b) connected with the source electrode and the drain electrode of said transistor, and (c) forms a current path between said source electrode and said drain electrode in the case where a voltage in the direction reverse to that during action is applied between said source electrode and said drain electrode. However, documents 1 and 2 do not describe the MOS field effect transistor having a structure in which (1) a second conduction type high impurity concentration region of the same conduction type as that of the semiconductor layer on said source electrode side of said diode, and (2) a first conduction type region of the conduction type reverse to said conduction type, or a low impurity concentration region of said second conduction type are formed alternately in a plane structure. A person skilled in the art could not have easily conceived of this constitution from the descriptions of documents 1 and 2 either.





---

(57) 要約:

N型半導体層(20)にP型ウエル(21)が、たとえばマトリクス状に形成されている。各P型ウエル(21)の外周部には、たとえば矩形リング状のN<sup>+</sup>型ソース拡散領域(22)が形成され、ドレイン領域(23)となるN型半導体層(20)との間のP型ウエルの外周部にチャネル領域(26)が形成されている。P型ウエル(21)の中心部とソース領域(22)とに接続されるようにソース電極(33)が形成され、P型ウエルのソース電極とのコンタクト部(40)は、P<sup>+</sup>型領域とN<sup>+</sup>型領域が交互に設けられる構造になっている。その結果、逆起電力などによりP型ウエルに生じた少数キャリアを素早く消滅させ、スイッチング時間を早くすることができる。

## 明 細 書

MOS型電界効果トランジスタを有する半導体装置

## 5 技術分野

この発明は、パワー用の縦型MOSFETや2重拡散型MOSFETなどのMOS型電界効果トランジスタ（以下、MOSFETという）を有する半導体装置に関する。さらに詳しくは、オンオフ時の切替時間が非常に短く、かつ、逆耐圧を向上させたMOSFETに関する。

10

## 背景技術

モータなどの誘導性負荷を駆動するために縦型や2重拡散型のパワーMOSFETを用いた駆動回路が用いられる場合がある。縦型のパワーMOSFETは、たとえば図4に示されるように、N<sup>+</sup>型半導体基板20a上に設けられるN型半導体層20の表層部にP型ウエル21を形成し、このP型ウエル21の外周部にリング状のN<sup>+</sup>型ソース拡散層22を形成して構成される。この場合、P型ウエル21外の半導体層20および半導体基板20aがドレイン層23となる。

このドレイン層23とソース層22との間のP型ウエル21の表層部がチャンネル領域26で、その上には、ゲート絶縁膜27を介してゲート電極28が設けられている。そして、P型ウエル21の中心部にオーミックコンタクト用のP<sup>+</sup>型領域25が設けられ、ソース領域22およびP<sup>+</sup>型領域25に接続するようにソース電極33が形成されている。なお、ドレイン電極24は半導体基板20aの裏面に設けられている。このようにして、縦型MOSFETが形成されている。

このP型ウエル21とN型半導体層20とのPN接合は、いわゆる内

蔵ダイオード（ボディダイオード）を構成する。この内蔵ダイオードは、ドレイン・ソース間に逆方向に接続される構造で、誘導性負荷の逆起電力に起因する逆回復電流を導くためのフライホイールダイオードとして用いることができる。

- 5 誘導性負荷の逆起電力は、内蔵ダイオードに順方向電圧を印加することになるのであるが、これに伴い、P型ウェルには小数キャリアである電子が蓄積されることが知られている。この蓄積された小数キャリアは、電流の方向が切り換わる転流時において、内蔵ダイオードの速やかな遮断を阻害する。そのうえ、この小数キャリアの流れがデバイスの一部に  
10 集中すると、P型ウェルとドレイン層とのPN接合部が破壊され、パワーMOSFETの破壊に至る。

そこで、この発明の目的は、上述の技術的課題を解決し、内蔵ダイオードの動作スイッチングを高速化でき、かつ、破壊耐量を向上することができるMOSFETを有する半導体装置を提供することである。

15

#### 発明の開示

- 本発明によるMOS型電界効果トランジスタを備える半導体装置は、MOS型電界効果トランジスタと、該トランジスタに内蔵して該トランジスタのソース電極およびドレイン電極に接続され、該ソース電極および  
20 ドレイン電極間に動作時と逆方向の電圧が印加された場合に該ソース電極およびドレイン電極間に電流路を形成するダイオードとを有し、該ダイオードの前記ソース電極とのコンタクト部は、該ダイオードの前記ソース電極側半導体層の導電型である第2導電型高不純物濃度領域と、該導電型と逆の第1導電型領域、または前記第2導電型の低不純物濃度  
25 領域とが、平面構造で交互に形成される構造である。

ここに第2導電型高不純物濃度領域の高不純物濃度とは、ソース電極

とオーミックコンタクトが得られる不純物濃度を意味する。

この構造にすることにより、たとえばモータなどの誘導性負荷が接続されている場合に、動作をオフにしたときに誘導性負荷による逆起電力が発生して、ドレイン・ソース間に印加される逆方向電圧を内蔵ダイオードにより解消するが、逆起電力が消滅した後に第2導電型領域に残存する少数キャリアはコンタクト部の第1導電型領域に落ち込み、少数キャリアが第2導電型領域に蓄積されるのを抑制することができる。これにより、内蔵ダイオードを速やかに遮断させることができる。また、少数キャリアの蓄積がないので、転流時においてデバイスの一部に大電流が集中することがなく、これにより、破壊耐量を増大することができる。

具体的には、前記MOS型電界効果トランジスタが、ドレイン領域とする第1導電型半導体層と、該第1導電型半導体層に拡散により形成される第2導電型領域と、該第2導電型領域の外周部に拡散により形成される第1導電型領域からなるソース領域とを有し、該ソース領域と前記ドレイン領域とで挟まれる前記第2導電型領域をチャネル領域とする2重拡散型MOS電界効果トランジスタである場合にとくに効果大きい。

さらに具体的には、前記ソース電極が、前記ソース領域および該ソース領域の前記チャネル領域と反対側の前記第2導電型領域の表面に接触するように設けられる。さらには、前記第2導電型領域が、前記第1導電型半導体層内にマトリクス状に形成され、前記ソース領域が、前記第2導電型領域のそれぞれの外周部に一定間隙を残すように、該第2導電型領域内に平面形状がリング状に形成され、前記ソース電極が前記リング状ソース領域の内周の一定領域、およびその内側の前記第2導電型領域の表面全面に形成されることにより、大電力用のパワーMOSFETが得られる。

前記コンタクト部の具体的構造としては、前記第2導電型領域の前記

ソース電極とのコンタクト部が、平面形状でリング状の第 1 導電型高不純物領域と第 2 導電型高不純物領域とが交互に設けられる構造であったり、前記第 2 導電型領域が低不純物濃度領域であり、該低不純物濃度の第 2 導電型領域内に平面形状でリング状の第 2 導電型高不純物領域が一定間隔を介して設けられる構造にすることができる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、この発明の一実施形態に係る MOSFET の構造を断面構造と共に示す拡大斜視図である。

10 図 2 (a) ~ (b) は、ソース電極とのコンタクト部の構造を拡大して示す、ソース電極を除去した平面図およびその拡大断面図である。

図 3 は、コンタクト部の他の構造例を示す断面図である。

図 4 は、従来の縦型 MOSFET の構造例を示す図である。

#### 15 発明を実施するための最良の形態

つぎに、本発明の MOSFET を有する半導体装置について、図面を参照しながら説明をする。本発明による MOSFET を有する半導体装置は、図 1 にその一実施形態の断面構造が示されるように、N 型半導体層 20 の表層部には、拡散により P 型ウエル 21 が所定パターンに形成されている。たとえば、ゲート端子 35 が接続されるゲートパッド 36 の直下には、大面積の P 型ウエル 21a (パッド下の P 型ウエル) が形成されており、残余の領域には、たとえば、格子パターンの各位置にたとえば平面視において矩形の P 型ウエル 21 が互いに所定距離ずつ離間した状態で配列されて形成されている。

25 各 P 型ウエル 21 の外周部には、たとえば矩形リング状の N<sup>+</sup>型ソース拡散領域 22 が形成されている。そして、P 型ウエル 21 外の半導体



層 20 およびこの半導体層が成長された N<sup>+</sup> 型半導体基板 20a がドレイン領域 23 として機能する縦型 2 重拡散 MOSFET が形成されている。そして、N<sup>+</sup> 型半導体基板 20a の裏面にはドレイン電極 24 が設けられている。

- 5      P 型ウェル 21 において、ドレイン領域 23 とソース拡散領域 22 とにより挟まれる表層部は、MOSFET のオン時にチャネル 50 が形成されるチャネル領域 26 である。このチャネル領域 26 上には、ゲート絶縁膜 27 を介してゲート電極 28 が形成されている。ゲートパッド 36 の直下のゲート電極 28 は、ゲート電極 28 上の絶縁膜 29 に形成されたコンタクト孔 30 を介してゲートパッド 36 に接続されている。その他のゲート電極 28 は、図示しない位置において、ゲートパッド 36 の直下のゲート電極 28 に接続されている。

- 絶縁膜 29 には、各 P 型ウェル 21 の表面上において、当該 P 型ウェル 21 内に設けられたソース拡散領域 22、およびこのソース拡散領域 22 に囲まれた領域の P 型ウェル 21 の表面を露出させるためのソースコンタクト孔 31 が形成されている。絶縁膜 29 上に形成されるソース電極 33 は、このソースコンタクト孔 31 を介して、各 P 型ウェル 21 の表面に設けられたソース拡散領域 22、および各 P 型ウェル 21 内のソース拡散領域 22 に囲まれた部分の表面の全てを共通に接続している。
- 15      その結果、ソース電極 33 とドレイン電極 24 との間に、P 型ウェル 21 と N 型半導体層 20 (ドレイン領域) との PN 接合からなるダイオードが接続された構造になり、当該 MOSFET に動作時と逆方向の電圧が印加された場合に導通する内蔵ダイオード D が形成されている。すなわち、この内蔵ダイオード D は、この MOSFET がたとえばモータなど、誘導性負荷の駆動のために用いられる際に、この誘導性負荷の逆起電力に起因する逆回復電流を流すためのフライホイールダイオードと
- 20      25

して用いることができる。

本発明では、このP型ウェル21と、ソース電極33とのコンタクト部40が、P<sup>+</sup>型領域のみのコンタクト領域で形成されるのではなく、P<sup>+</sup>型領域とN<sup>+</sup>型領域とが平面構造で交互に配置される構造に形成されていることに特徴がある。

すなわち、図2(a)にコンタクト部40の、ソース電極33などを除去した状態の平面図、図2(b)に(a)の部分拡大断面図が示されるように、矩形リング状のソース拡散領域22に囲まれた領域P型ウェル21の表層部には、同心円状に、微小幅のN<sup>+</sup>(またはN)型リング状領域41と同じく微小幅のP<sup>+</sup>型リング状領域42とが交互に形成されている。これらの領域41、42がコンタクト部40として、いずれもソース電極33とオーミックコンタクトしている。すなわち、N<sup>+</sup>型領域41とP<sup>+</sup>型領域42とは、平面構造で交互になるように配列されている。

この構成により、P型ウェル21に小数キャリアである電子が存在すれば、この小数キャリアは、N<sup>+</sup>型領域41に落ち込み、さらに、ソース電極33に速やかに引き抜くことができる。したがって、P型ウェル21における電子の蓄積を抑制できる。

この実施形態のMOSFETを用いてモータなどの誘導性負荷を駆動する場合、ゲート電極28にオン電力を加えてチャネル50(図1参照)を形成することにより、ソース領域22とドレイン領域23とが、このチャネル50を介して接続されることになる。MOS型トランジスタがオンしているときには、内蔵ダイオードDには、逆方向電圧の印加となり、ダイオードDは何ら作用をしない。

そして、ゲート電圧をオフ電圧としてソース・ドレイン間を遮断し、誘導性負荷からの逆起電力が印加されるとにより、内蔵ダイオードDに

対して順方向電圧となり、ダイオードDを介して逆回復電流が流れ、逆起電圧を解消する。この際、逆起電圧がなくなってもP型ウェル21に少数キャリア（図1に示される例では電子）が残存すると、トランジスタのゲート電圧をオンにした場合に、少数キャリアにより動作が遅れるため、早急に消滅させる必要がある。しかし、本発明では、ダイオードDのソース電極との接続部が、P型ウェルにN<sup>+</sup>型領域とP<sup>+</sup>型領域とが交互に形成される構造になっているため、少数キャリアの電子はN<sup>+</sup>型領域に落ち込んでソース電極に引き抜くことができる。

これにより、MOSFETをオンにするとき、直ちに電流を流すことができ、転流時（内蔵ダイオードに逆方向電圧がかかる状態となったとき）に、内蔵ダイオードDを速やかに遮断（オフ）させることができ、逆回復時間（ $t_{rr}$ ）を大幅に短縮できる。しかも、P型ウェル21における電子の蓄積が起こらないので、転流時に大電流が集中することもなくなり、内蔵ダイオードDを構成するPN接合の破壊が起こることもない。これにより、従来構造に比較して破壊耐量が格段に向上されたMOS型FETを実現できる。

具体的には内蔵ダイオードDの逆回復時間 $t_{rr}$ を約30%短縮することができ、また、この内蔵ダイオードDのアバランシェ電流（PN接合の破壊が起こらない最大電流）を約20%増大できた。

図3は、P型ウェルとソース電極33とのコンタクト部40の他の構成例を示す断面図である。この図3において、上述の図1および図2の各部に対応する部分には、図1および図2の場合と同じ符号を付して示す。この例では、コンタクト部40は、複数のP<sup>+</sup>型領域42が一定間隔を離間して形成されている。したがって、図3の断面図に示される構造、または図示しない平面図（図2（a）に示される図と同様の図）の構造で、P<sup>+</sup>型領域42とウェルのP型領域21とが交互に形成されて

いる。このP型ウエル21は不純物濃度が低く、ソース電極33との間でショットキー接合が形成されている。

この構造では、P型ウエル21中に存在する少数キャリアである電子は、ソース電極33とのショットキー接合部を介して速やかに放出される。すなわち、ショットキー接合部は図2の構造に示されるN<sup>+</sup>型領域と同様の作用をし、少数キャリアである電子を速やかに除去することができ、前述の例と同様の効果を達成できる。

なお、N<sup>+</sup>型領域41は、ソース電極33とオーミックコンタクトを採れる不純物濃度の意味で、オーミックコンタクトが採れればN型領域でもよく、また、P型ウエル21のソース電極33とのコンタクト部40は、一組のP<sup>+</sup>型領域とN<sup>+</sup>(N)型領域またはP型領域が形成された構成も、本発明における少数キャリアの取込み構造として機能する。

この発明の一実施形態について説明したが、この発明は、他の形態で実施することも可能である。たとえば、上述の実施形態では、縦型2重拡散MOSFETであったが、横型2重拡散MOSFETでも同様であり、また、2重拡散型MOSFETに限らず、CMOSでも同様の構造にすることができる。さらに、Nチャネル型のMOSFETを例にとったが、この発明は、Pチャネル型のMOS型FETにも適用することができる。この場合には、N型ウエルに、たとえば、N<sup>+</sup>領域とP<sup>+</sup>領域を交互に配列した構造とするか、または複数のN<sup>+</sup>領域を離間して配列したショットキー接合部を有する構造にすることができる。また、ショットキー接合部は、ソース電極33の一部の電極材料を、アルミニウム(A1)以外のチタン(Ti)やモリブデン(Mo)などの電極材に変えることにより形成することもできる。

また、コンタクト部を形成するための不純物拡散領域は、同心円状に形成する必要はなく、直線ストライプ形状などの他の適切な形状が採用

されてもよい。たとえば、P型ウェルがストライプ状に形成され、その内部にソース領域がストライプ状に形成される場合には、それに応じて、コンタクト部もストライプ状に形成するのが好ましい。

- さらに、上述の実施形態では、1個のMOS型FETを有する半導体装置を例にとったが、この発明は、複数個のMOS型FETを有する半導体装置やMOS型FET以外の機能素子を同一半導体基板上に有する半導体装置などにも適用することができる。

#### 産業上の利用性

- 10 本発明によれば、スイッチング速度が速く、破壊耐量に対しても強いMOSFETが得られ、高速スイッチング、高破壊耐量などが要求されるDVD、ポータブルオーディオ、スイッチング電源などの電源IC、モータドライバ、ソレノイドドライブなどに有効に利用することができる。

## 請求の範囲

1 MOS型電界効果トランジスタと、該トランジスタに内蔵して該トランジスタのソース電極およびドレイン電極に接続され、該ソース電極およびドレイン電極間に動作時と逆方向の電圧が印加された場合に該  
5 ソース電極およびドレイン電極間に電流路を形成するダイオードとを有し、該ダイオードの前記ソース電極とのコンタクト部は、該ダイオードの前記ソース電極側半導体層の導電型である第2導電型高不純物濃度領域と、該導電型と逆の第1導電型領域、または前記第2導電型の低不純物濃度領域とが、平面構造で交互に形成される構造であるMOS型電界  
10 効果トランジスタを有する半導体装置。

2 前記MOS型電界効果トランジスタが、ドレイン領域とする第1導電型半導体層と、該第1導電型半導体層に拡散により形成される第2導電型領域と、該第2導電型領域の外周部に拡散により形成される第1導電型領域からなるソース領域とを有し、該ソース領域と前記ドレイン  
15 領域とで挟まれる前記第2導電型領域をチャネル領域とする2重拡散型MOS電界効果トランジスタである請求項1記載の半導体装置。

3 前記ソース電極が、前記ソース領域および該ソース領域の前記チャネル領域と反対側の前記第2導電型領域の表面に接触するように設けられてなる請求項2記載の半導体装置。

20 4 前記第2導電型領域が、前記第1導電型半導体層内にマトリクス状に形成され、前記ソース領域が、前記第2導電型領域のそれぞれの外周部に一定間隙を残すように、該第2導電型領域内に平面形状がリング状に形成され、前記ソース電極が前記リング状ソース領域の内周の一定領域、およびその内側の前記第2導電型領域の表面全面に形成されてなる請求項3記載の半導体装置。  
25

5 前記第2導電型領域の前記ソース電極とのコンタクト部が、平面

形状でリング状の第 1 導電型高不純物領域と第 2 導電型高不純物領域とが交互に設けられる構造である請求項 4 記載の半導体装置。

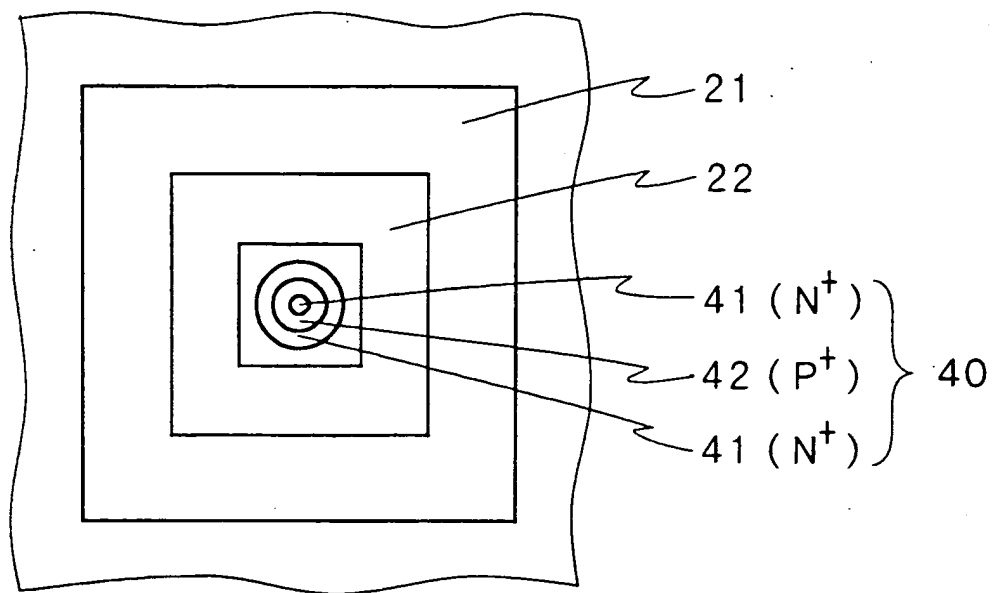
- 6 前記第 2 導電型領域が低不純物濃度領域であり、前記第 2 導電型領域の前記ソース電極とのコンタクト部は、平面形状でリング状の第 2
- 5 導電型高不純物領域が、前記低不純物濃度の第 2 導電型領域内に一定間隔を介して設けられる構造である請求項 4 記載の半導体装置。





FIG. 2

(a)



(b)

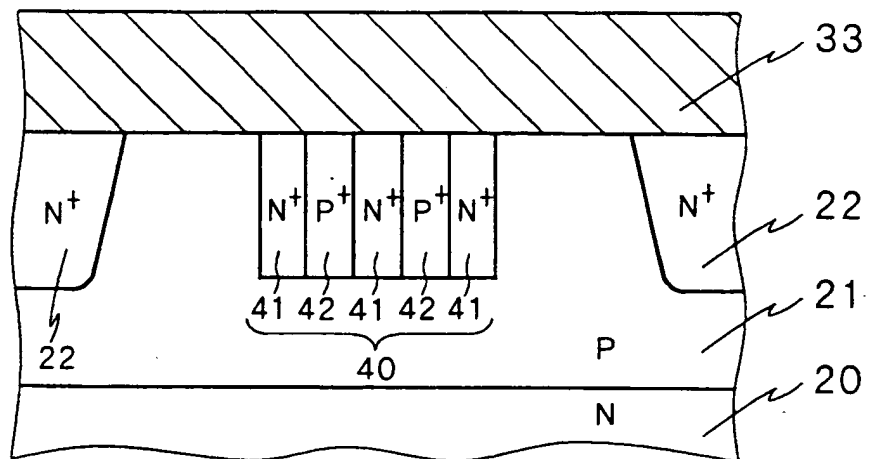


FIG. 3

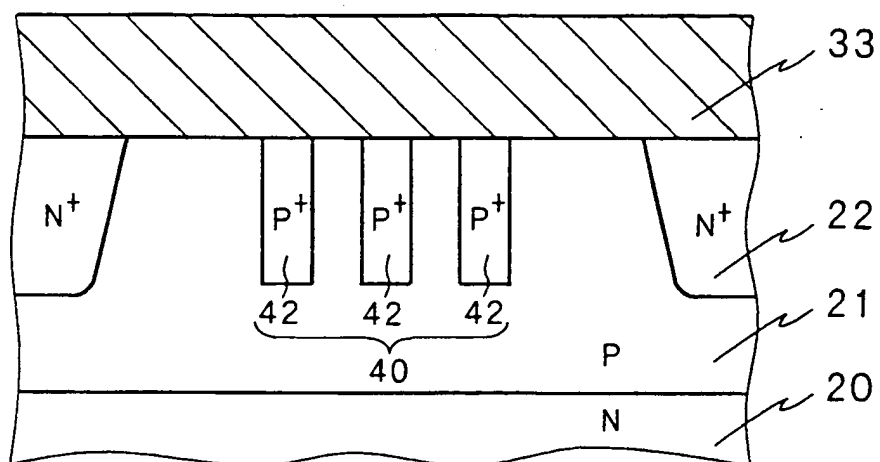
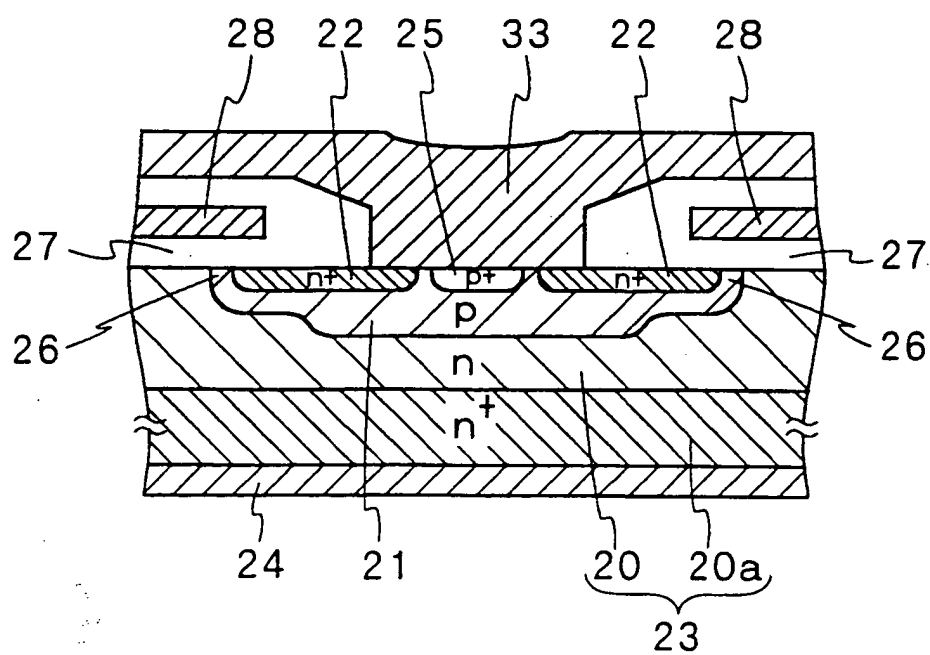


FIG. 4



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04715

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L29/78, H01L21/336

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H01L29/78, H01L21/336

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US, 4819044, A (Nissan Motor Co., Ltd.), 04 April, 1989 (04.04.89), Column 1, lines 12 to 31; Figs. 1, 2, 4 & JP, 61-182264, A	1-6
A	EP, 416805, A2 (SILICONIX, INC.), 29 August, 1990 (29.08.90), Column 7, lines 38 to 46; Fig. 4 & JP, 3-142972, A & DE, 69029180, C	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
06 October, 2000 (06.10.00)

Date of mailing of the international search report  
24 October, 2000 (24.10.00)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP00/04715

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L29/78, H01L21/336

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L29/78, H01L21/336

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922年-1996年
日本国公開実用新案公報	1971年-2000年
日本国登録実用新案登録公報	1994年-2000年
日本国実用新案登録公報	1996年-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	US, 4819044, A (Nissan Motor Co., Ltd.) 4. 4月. 1989 (04. 04. 89) 第1欄12-31行、図1, 2, 4 & JP, 61-182264, A	1-6
A	EP, 416805, A2 (SILICONIX, INC.) 29. 8月. 1990 (29. 08. 90) 第7欄第38-46行、図4 & JP, 3-142972, A & DE, 69029180, C	1-6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 10. 00

国際調査報告の発送日

24.10.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

恩田 春香

印

4M

8934

電話番号 03-3581-1101 内線 3462